RECHERCHES SUR LA DIVISION DU NOYAU CELLULAIRE CHEZ LES VÉGÉTAUX (5e Note) (1); par **M. Charles DEGAGNY.**

DEUXIÈME PARTIE : LA FORMATION DE LA PLAQUE NUCLÉAIRE ET DU FUSEAU CHEZ LE LIS BLANC.

B, CHEZ LE LIS BLANC. — PHÉNOMÈNES PRÉPARATOIRES.

Dans ses recherches sur le noyau des cellules-mères polliniques chez le *Fritillaria persica*, en 1882 et en 1888, et dans l'édition française de son Traité technique de botanique, M. Strasburger, en décrivant les phénomènes qui précèdent l'épaississement du filament, montre une phase très intéressante de la division qui se prépare: le filament, encore très délié, forme un peloton qui vient se ranger contre la paroi interne de la membrane nucléaire; le nucléole est collé et fortement aplati entre le peloton et la membrane. « *La pelote filamenteuse*, dit M. Strasburger, *se contracte, à cet état, sous l'influence des réactifs, se retire de la paroi nucléaire restée incolore, et on peut constater que cette paroi est une pellicule formée par le plasma cellulaire ambiant* (*cytoplasma*). *Le nucléole aplati a été appelé ici* paranucléole *à cause de sa position excentrique un peu différente d'un nucléole ordinaire* » (Strasburger, *Manuel technique*, p. 375, trad. Godfrin).

De son côté, M. Guignard, dans ses observations sur le même noyau des cellules-mères polliniques (*Annales*, 1884), chez l'*Alstrœmeria pelegrina*, décrit la phase correspondante, en disant : « *On trouve assez souvent* (*dans les cellules fixées par l'alcool*) *des noyaux semblables à celui que représente la figure* 27, *dans lequel le filament chromatique, contracté, s'est retiré de la membrane nucléaire sur la plus grande partie de son étendue, en abandonnant le nucléole qui reste accolé à la membrane.* »

C'est aussi à cette phase, et sans remonter inutilement à une période antérieure, que je vais reprendre l'étude du noyau pri-

(1) Voy. le Bulletin, t. XLIII (1896), p. 12.

maire du sac embryonnaire du *Lis blanc*, que j'ai précédemment commencée (Bulletin, séance du 14 décembre 1894).

Sans entrer ici dans des détails que l'étendue de ces Notes ne me permet pas de donner, je devrai revenir sur quelques points de mon précédent travail que je n'ai fait qu'indiquer.

J'accompagne celui-ci de préparations et de dessins qui pourront aider à faire comprendre les faits absolument nouveaux que je me propose de faire connaître. Mes préparations ont été faites après fixation des ovaires du Lis blanc par l'alcool absolu, à raison de 10 centimètres cubes d'alcool absolu par ovaire : soit un litre pour 100 ovaires. J'emploie cette quantité d'alcool en cinq fois, 200 centimètres cubes à la fois, changés : 1° au bout d'un quart d'heure; 2° au bout d'une demi-heure; 3° au bout d'une heure; 4° au bout de trois heures; 5° après vingt-quatre heures. Mes dessins ont été faits à la chambre claire. On trouvera dans mes préparations quelques coupes durcies avec l'alcool rectifié à 95 degrés; on pourra juger de la différence des résultats. Aussi je crois pouvoir montrer des détails qui n'ont pas été décrits. Mes recherches, que j'ai poursuivies pendant plusieurs mois de 1894 et de 1895, m'ont permis de réunir, en nombreux spécimens, des faits qui n'ont pas été aperçus, comme on pourra le reconnaître dans la suite de ce travail.

Avant de reprendre l'étude du noyau primaire du sac embryonnaire du Lis blanc, il est bon de jeter un coup d'œil sur le noyau des cellules-mères polliniques, que les deux auteurs précités ont étudié. Je joins à mon travail quelques préparations où l'on pourra trouver les faits suivants, que je ne ferai que signaler brièvement.

Dans les préparations où l'on voit le filament, avant son épaississement, déplié dans la cavité nucléaire, il existe un certain nombre de noyaux, comme l'ont fait remarquer MM. Strasburger et Guignard, où le filament forme une pelote retirée, soit avec le nucléole, soit à côté de lui, contre un point de la paroi de la membrane du noyau. La réunion en pelote est-elle provoquée, comme ces observateurs l'ont cru, par le liquide fixateur, *par l'alcool*, employé par les deux auteurs? — A cette phase, la pelote existe aussi dans les noyaux fixés par le liquide de Flemming, par l'acide osmique, par l'acide chromique. En second lieu, si l'on examine des coupes d'anthères plus jeunes, on trouve bientôt

des pelotes dans tous les noyaux fixés soit par l'alcool, soit par les autres fixateurs. Au contraire, dans les anthères plus âgées, pendant que le filament grossit, le nombre des noyaux où le peloton existe devient plus rare; et, lorsque enfin les bâtonnets sont formés, il faut des recherches très longues pour trouver les bâtonnets réunis en pelote. Mais on en trouve encore, comme on peut le vérifier dans mes préparations d'anthères de Lis blanc.

Or, dans le noyau primaire du sac embryonnaire, comme nous allons le voir, et c'est l'un des faits les plus importants de la division qui est resté inaperçu, le filament se pelotonne et se déroule, les bâtonnets se pelotonnent et se séparent à toutes les phases de la division : depuis la formation de la cellule-mère, depuis le début du grossissement du noyau primaire, jusqu'à la disparition de la membrane nucléaire, et ensuite, je le montrerai, depuis la disparition de la membrane nucléaire, jusqu'à la formation de la plaque nucléaire. Et on peut ajouter que la segmentation de la plaque, que la division en deux portions égales du protoplasma *nucléinien*, de la nucléine, n'est que la continuation des phénomènes de répulsion, orientés, canalisés, qu'elle a produits antérieurement sans qu'il soit possible aux phénomènes d'attraction de se reproduire alors : le *caryoplasma*, modifié, édifié progressivement en fils, y mettant obstacle, en éloignant, par sa simple contraction les segments nucléiniens qui ont toujours les mêmes tendances à se rapprocher par moments, comme d'ailleurs dans les périodes antérieures. Nous allons voir tout cela chez le Lis, comme nous l'avons vu, sous une forme un peu différente, mais exactement pour les mêmes causes, dans le noyau des Spirogyres.

Les ovaires de Lis doivent être coupés en travers, et les coupes examinées successivement. On arrive ainsi à retrouver, à de rares exceptions près, les mêmes états du noyau. Dans ma première figure, j'ai dessiné un noyau qui a acquis à peu près la grosseur qu'il doit avoir quand la division va commencer. Le filament forme une pelote qui n'est plus déjà aussi serrée que précédemment; car, antérieurement, avant que le noyau ait cette grosseur, le filament s'est pelotonné et déplié déjà plusieurs fois. Je n'ai pas figuré ces phases qui allongeraient encore ma description. Les phénomènes que je dois décrire sont assez nombreux, et ils seront suffisants pour arriver à la démonstration que je recherche. En examinant successivement les coupes d'un ovaire à cet âge, on

trouve des noyaux où le filament est déplié dans toute la cavité nucléaire, et avec un peu d'attention on voit, comme dans le noyau précédent, à côté du filament dans celui-ci, entre ses replis dans le premier, et toujours dans la moitié supérieure de la cavité nucléaire, des matières protoplasmiques, *du caryoplasma granuleux*, beaucoup plus visible dans les noyaux fixés par l'alcool, mais bien constatable aussi dans les noyaux fixés par d'autres moyens, par exemple par l'acide chromique. Quand la pelote filamenteuse est refoulée contre la paroi supérieure du noyau, avec le nucléole, et le caryoplasma granuleux qui est déjà bien facile à constater à côté du filament, on est obligé de rechercher, en dehors d'eux, la cause de la répulsion de ces trois éléments du noyau. A côté du nucléole on aperçoit un petit corps sphérique, beaucoup plus petit, dont les auteurs n'ont point parlé, et qui semble formé d'un petit boyau enroulé. Ce nucléolule subit la même répulsion que les autres éléments figurés contenus dans le noyau à cette phase; et il se trouve repoussé, avec le nucléole, le filament et le caryoplasma granuleux dans la région supérieure du noyau.

Lorsque le filament s'étend ensuite dans la cavité nucléaire, le nucléole et le nucléolule quittent la paroi supérieure, et l'on voit qu'ils ne sont plus repoussés de la base du noyau. Au contraire le *caryoplasma granuleux* n'a pas quitté la partie supérieure du noyau et semble toujours repoussé de la base. L'action qui se réalise sur lui, et qui momentanément a cessé de se produire sur le nucléole et sur le nucléolule ainsi que sur le filament, subsiste donc toujours. Mais, dira-t-on, le caryoplasma granuleux est condensé dans le haut du noyau par suite de l'action du liquide fixateur qui arrive plus vite de ce côté dans le sac embryonnaire. Il faut, en effet, toujours se défier des effets, des faits artificiellement produits par les réactifs; mais, dans le cas actuel, il existe précisément dans les mêmes conditions, aux mêmes périodes et dans d'autres noyaux des faits absolument contraires : des dépôts analogues, formés par des matières protoplasmiques nucléaires, par du caryoplasma. Ces dépôts, dont j'ai parlé précédemment (Bulletin, 1887, 1888, etc.), occupent une position différente dans le noyau. Pour s'en rendre compte, on n'a qu'à examiner les préparations que j'ai adressées alors avec mes Notes à la Société. D'ailleurs je joins, aux préparations qui accompagnent le présent travail, quelques préparations d'ovules de Fritillaire qui seront

instructives à examiner pour le point important qui est ici en discussion. Chez la Fritillaire, le noyau fixé par l'alcool ou les autres fixateurs contient, à la période que nous étudions, des dépôts de caryoplasma insoluble; seulement ces dépôts se forment à la base du noyau. Chez le Lis blanc et les autres Lis, on voit au contraire les dépôts de caryoplasma insoluble se faire au sommet micropylaire du noyau; et une remarque importante doit être faite en même temps, c'est que chez la Fritillaire le caryoplasma déposé au bas du noyau est homogène, diaphane et transparent comme du cristal, tandis que, chez le Lis, le dépôt supérieur de caryoplasma est granuleux. D'ailleurs chez la Fritillaire tout comme chez le Lis, le dépôt de caryoplasma devient granuleux aussitôt que le filament commence à s'épaissir. Alors, aussi comme chez le Lis, le dépôt de caryoplasma, au lieu de se faire au bas du noyau, se fait dans le sommet. De sorte qu'il devient difficile, pour ne pas dire impossible, d'attribuer aux liquides fixateurs des effets aussi variés qu'opposés. Je n'ai pas l'intention de revenir aujourd'hui sur des faits que j'ai déjà cherché à interpréter, et qui feront l'objet d'observations sérieuses quand on aura constaté le phénomène nouveau et si important que j'ai décrit dernièrement dans le sac embryonnaire du Lis blanc : la métamorphose, la transformation chimique des dépôts de caryoplasma, dont il est question ici, et qui donnent naissance aux fils achromatiques, dont on attribuait jusqu'ici, faute de preuves, l'origine au cytoplasma ; tandis que maintenant on pourra constater, non seulement l'origine intranucléaire des fils achromatiques, mais tirer parti de cette notion nouvelle que le filament, que la nucléine agit, avant toute modification de la membrane nucléaire, sur le caryoplasma granuleux et le transforme.

Le filament est déplié peu de temps. Il s'épaissit et commence à rapprocher ses replis, que l'on trouve ensuite serrés les uns contre les autres comme précédemment. Alors filament, nucléole, caryoplasma granuleux sont, de nouveau aussi, repoussés contre la paroi supérieure du noyau. Puis nouvelle extension, nouvel épaississement du filament déployé dans la cavité nucléaire. Depuis le commencement des observations actuelles, il est facile, en regardant les préparations, de voir que les grains de *nucléine* ont grossi, que la *linine* s'est fortement épaissie autour d'eux ; on peut juger déjà des remaniements très importants, des diffluences et des conden-

sations successives que la nucléine et la linine ont déjà subies, pour arriver à former un filament beaucoup plus épais, où l'on trouve les grains de nucléine fortement grossis.

Après s'être étendu dans la cavité nucléaire, le filament épaissi se pelotonne de nouveau. D'après mes recherches, j'ai compté, qu'aussi bien dans les cellules-mères polliniques que dans le sac embryonnaire, le filament s'est pelotonné et déplié six fois au moins à l'époque de l'épaississement du filament qui précède la formation des bâtonnets. On trouve alors ceux-ci disséminés régulièrement dans le noyau, dont la région micropylaire est toujours occupée par le *caryoplasma granuleux*. A la phase des bâtonnets et pendant les phases suivantes, pour trouver des noyaux avec les bâtonnets pelotonnés, il faut faire des recherches très étendues Ce n'est que par l'examen de plusieurs centaines d'ovaires que je suis parvenu à constater l'apparition régulière des phases qui n'ont pas été décrites jusqu'ici par les divers auteurs qui ont étudié soit les cellules polliniques, soit le sac embryonnaire des Liliacées. Parmi ces phases dont l'importance sera reconnue, au fur et à mesure qu'à la suite de recherches plus complètes les observateurs pourront à leur tour arriver à les constater, les périodes de pelotonnement et d'extension qui se succèdent alternativement sont extrêmement importantes à connaître : c'est purement et simplement la constatation, que *nous avons faite chez les Spirogyres*, des mouvements successifs, continus, que le filament en réaction accomplit dans la cavité nucléaire, depuis le commencement des phénomènes de la division jusqu'à la fin ; mouvements que l'on a complètement méconnus, comme on a méconnu leur effet : les transformations chimiques du caryoplasma.

Avec le pelotonnement si net des bâtonnets dans le sac embryonnaire (7e fois), mais que l'on peut voir encore assez facilement dans ma préparation de sac pollinique, on aboutit à la période de dissémination égale du caryoplasma granuleux dans toute la cavité nucléaire. Les bâtonnets sont alors de nouveau écartés les uns des autres. Puis, pour la huitième fois, les bâtonnets se rapprochent, et forment un nouveau peloton au milieu du protoplasma granuleux disséminé également dans le noyau, au milieu du caryoplasma devenu de densité égale dans toutes ses parties. Ainsi arrive-t-on à reconnaître que, précédemment, les positions occupées dans le noyau, par le filament, puis par les bâtonnets, par le

caryoplasma granuleux, par le nucléole, dans la partie supérieure du noyau, étaient des positions normales, non déterminées par l'action des réactifs fixateurs. Les faits qui succèdent à ceux-ci ne feront, comme on le verra, que le confirmer encore davantage. J'ai dit précédemment que la répartition uniforme du caryoplasma granuleux qui n'existait jusque-là que dans la partie micropylaire du noyau, annonce sa disparition, et la dissolution des granulations solides du caryoplasma qui diffluent d'abord, puis sont totalement dissoutes, comme la nucléine, puis la linine, l'ont été successivement. Alors on voit les fils achromatiques apparaître, d'abord confusément, en même temps que, dans ces conditions bien reconnaissables, les bâtonnets se pelotonnent de nouveau pour la neuvième fois et que les granulations disparaissent de plus en plus.

Les granulations étant disparues, les réactions se continuant, par cela même, les fils étant plus complètement formés, les bâtonnets se trouvent écartés encore une fois les uns des autres. La membrane nucléaire devient alors moins résistante. La cavité nucléaire se déforme par suite de la turgescence interne qui s'accroît à mesure que les matières caryoplasmiques précédemment condensées sous forme de granulations sont dissoutes, et en redevenant liquides, en redevenant *protoplasma actif*, se nourrissent aux dépens des matériaux liquides qui sont fournis par le *cytoplasma* à travers la membrane nucléaire plus perméable. Pendant cette période de diffluence, puis de dissolution de la membrane nucléaire, on peut encore constater la dixième réunion en peloton des bâtonnets, puis leur nouvelle dispersion et leurs mouvements de va-et-vient dans la cavité nucléaire. Fait important à noter à cette époque, le caryoplasma épaissi, mais resté liquide entre les fils formés à ses dépens, est refoulé quelquefois très loin dans certains sens, entraînant les restes de la membrane que l'on peut toujours reconnaître. La cavité nucléaire n'a pas encore été envahie par le caryoplasma, on peut le voir facilement sur les préparations et sur les dessins. Le caryoplasma resté liquide est donc refoulé, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, sans qu'aucune orientation puisse être attribuée à des influences extérieures au noyau, aux sphères directrices, par exemple, qui ont été aperçues par quelques observateurs, et qui se sont mises en opposition aux deux extrémités d'un diamètre du noyau, dès avant le refoule-

ment des bâtonnets contre la membrane nucléaire. Même à l'époque actuelle où nous sommes arrivés, il n'est pas possible de soupçonner la moindre orientation, ni dans les mouvements des bâtonnets, ni dans ceux des matières moins solides, du caryoplasma encore liquide, qui les environnent dans la cavité nucléaire toujours close et pourvue de sa membrane.

Le refoulement du caryoplasma liquide produit alors un phénomène très curieux que l'on trouve assez fréquemment, et qui peut indiquer comment on doit concevoir la formation du fuseau.

Le caryoplasma est donc refoulé avec la membrane nucléaire et les fils au sein du cytoplasma environnant. Puis les bâtonnets, sans aucun ordre encore visible, continuant leurs mouvements de va-et-vient, s'attirant et se repoussant, vont tous ensemble dans une direction opposée. Le caryoplasma, avec la membrane et une partie des fils, reste alors emprisonné au sein du cytoplasma dans la direction opposée à la nouvelle direction prise par l'ensemble des bâtonnets. A mesure que les bâtonnets s'éloignent, le caryoplasma resté en arrière devient moins diffluent, il adhère au réseau cytoplasmique et il se forme un commencement de fuseau, sans que l'on puisse, à l'examen de préparations parfaitement nettes, soupçonner l'intervention de corps extérieurs dans les phénomènes ainsi produits.

Les matières caryoplasmiques restées en arrière sont étirées, et forment des fils qui simulent une ébauche de fuseau. La membrane nucléaire disparaît de plus en plus. La cavité du noyau s'efface progressivement, et les bâtonnets, pour la onzième fois, forment un peloton. Puis, tous les fils disparaissent, ainsi que les matières caryoplasmiques et le nucléole. Cette phase des bâtonnets formant peloton a été quelquefois décrite, particulièrement par M. Guignard, mais seulement dans le noyau des cellules polliniques.

Nous allons bientôt retrouver les fils, les matières caryoplasmiques et le nucléole, mais ce sera encore pour constater, d'une façon plus nette que nous n'avons pu le faire jusqu'ici, l'impossibilité de l'intervention des sphères directrices, placées depuis longtemps en opposition de chaque côté des matières nucléaires en voie de division.

M. Jeanpert présente deux plantes nouvelles pour la flore parisienne, le *Galium boreale* et le *Juncus diffusus* et en remet

sur le bureau des exemplaires destinés à l'herbier de la Société. La première de ces plantes n'avait pas été retrouvée depuis que M. Chatin l'avait signalée dans les environs de Soissons en 1863. M. Jeanpert l'a rencontrée dans des prairies humides entre Port-Montain et Flamboin, au bord de la vieille Seine (environs de Provins). Le *Juncus diffusus* Hoppe a été récolté à Combreux, près Tournans (Seine-et-Marne).

SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1896.

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

M. Lutz, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 14 février, dont la rédaction est adoptée.

M. le Président annonce deux présentations nouvelles et par suite de celle qui avait été faite à la dernière séance, proclame l'admission de :

M. Lassimonne (S.-E.), rue du Cerf-Volant, 34, à Moulins (Allier).

MM. les secrétaires donnent lecture des communications suivantes :

NOTE SUR L'ARBRE A PRIÈRES DU MONASTÈRE DE GOUMBOUM;
par **M. Édouard BLANC.**

Parmi les observations diverses concernant l'histoire naturelle que j'ai eu l'occasion de faire au cours de mes voyages en Asie centrale et notamment lors du dernier, en 1895, il en est une qui me semble pouvoir intéresser les botanistes et que j'ai l'honneur de présenter ici.